KEITHLEY

Model 6514 システムエレクトロメータ

基本操作説明書

A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

保証規定

Keithley Instruments, Inc. は、本製品が出荷後1 年間の期間に渡って材質もしくは製造上の瑕疵による欠陥を生じないことを保証します。

Keithley Instruments, Inc. は以下の項目が出荷後90 日の期間に渡って欠陥を生じないことを保証します：プローブ、ケーブル、充電式電池、ディスケット、及びドキュメント。

万一保証期間内に製品に問題が発生しました場合には、欠陥と判定された製品の修理もしくは交換をさせて頂きます（どちらを実施するかは弊社の裁量とさせて頂きます）。

本保証規定の実施を請求されます場合は、最寄の弊社代理店、もしくは本社（Keithley 本社、Cleveland、Ohio）へ書面もしくは電話でご連絡ください。遅滞なく事態の処理、および製品の返送に関する連絡を差し上げます。該当製品は、送料前払いにて、指定されたサービス施設へお送りください。修理の完了した製品は輸送量当社負担にてお客様へ返送されます。

修理/ 交換された製品に適用される保証期間は当初の保証が有効である残余期間、もしくは少なくとも90 日です。

保証の制限

Keithley からの書面による許諾なしに実施された改造、あるいは製品および付随する部品の誤使用に起因する欠陥は本保証規定の対象外となります。また、ヒューズ、ソフトウェア、使い捨て電池、電池の液漏れに起因する損傷、および通常予期される磨耗、取扱説明書の指示に従われなかったことに起因する故障も保証の対象となりません。

本保証規定は、本製品を特定の目的に使用した場合の適性や商品価値を示唆したものを含め、書面によると含意によるとを問わず、他のあらゆる保証に優先します。損害に対して本保証が提供する救済は購入者が得られる唯一かつ独占的な救済策です。

KEITHLEY INSTRUMENTS, INC. はもとよりその従業員も、装置もしくはソフトウェアの使用に起因する直接的、間接的、特異的、あるいは偶発的、従属的に発生し得る損害に対して、例えKEITHLEY INSTRUMENTS, INC. がそのような可能性について事前の連絡を受けていたとしても、その責を負いません。保証の対象外となる損害には以下の項目が含まれ、またそれだけに限定されません：撤去および設置に係わる費用、要員の怪我に付随して継続的に発生する損失、または財産の損傷。

KEITHLEY

Keithley Instruments, Inc. 28775 Aurora Road • Cleveland, Ohio 44139 • 440-248-0400 • Fax: 440-248-6168
1-888-KEITHLEY (534-8453) • www.keithley.com

Sales offices:

BELGIUM:	Bergensesteenweg 709 • B-1600 Sint-Pieters-Leeuw • 02-363 00 40 • Fax: 02/363 00 64
CHINA:	Yuan Chen Xin Building, Room 705 • 12 Yumin Road, Dewai, Madian • Beijing 100029 • 8610-8225-1886 • Fax: 8610-8225-1892
FINLAND:	Tietäjäntie 2 • 02130 Espoo • Phone: 09-54 75 08 10 • Fax: 09-25 10 51 00
FRANCE:	3, allée des Garays • 91127 Palaiseau Cédex • 01-64 53 20 20 • Fax: 01-60 11 77 26
GERMANY:	Landsberger Strasse 65 • 82110 Germering • 089/84 93 07-40 • Fax: 089/84 93 07-34
GREAT BRITAIN:	Unit 2 Commerce Park, Brunel Road • Theale • Berkshire RG7 4AB • 0118 929 7500 • Fax: 0118 929 7519
INDIA:	1/5 Eagles Street • Langford Town • Bangalore 560 025 • 080 212 8027 • Fax: 080 212 8005
ITALY:	Viale San Gimignano, 38 • 20146 Milano • 02-48 39 16 01 • Fax: 02-48 30 22 74
JAPAN:	New Pier Takeshiba North Tower 13F • 11-1, Kaigan 1-chome • Minato-ku, Tokyo 105-0022 • 81-3-5733-7555 • Fax: 81-3-5733-7556
KOREA:	2FL., URI Building • 2-14 Yangjae-Dong • Seocho-Gu, Seoul 137-888 • 82-2-574-7778 • Fax: 82-2-574-7838
NETHERLANDS:	Postbus 559 • 4200 AN Gorinchem • 0183-635333 • Fax: 0183-630821
SWEDEN:	c/o Regus Business Centre • Frosundaviks Allé 15, 4tr • 169 70 Solna • 08-509 04 600 • Fax: 08-655 26 10
TAIWAN:	13F-3. No. 6, Lane 99 Pu-Ding Road • Hsinchu, Taiwan, R.O.C. • 886-3-572-9077• Fax: 886-3-572-9031

Printed in the U.S.A. **1/03**

Model 6514 **システムエレクトロメータ**
基本操作説明書

Cleveland, Ohio, U.S.A.
First Printing, August 2003
Document Number: 6514-903-01 Rev. A

マニュアル印刷履歴

本マニュアルの全ての版と補遺の印刷履歴を以下に示します。マニュアルが更新されるたびに版数を示すアルファベットがA,B,C…の順に変化してゆきます。正式な改訂と次の改訂の間に発生した重要な変更で、かつお客様に遅滞なくお知らせする必要のある情報は随時発行される補遺に記載されています。補遺には連番が付けられます。新しい改訂版を発行するときは、その前の版数のマニュアルに付随する補遺の内容はすべて新しい版に組み込まれます。各改訂版ごとに、この印刷履歴ページも内容を更新して添付されます。

版数A（資料番号6514-903-01） 2003 年8月

KEITHLEY 安全上の注意事項

本製品および付随する装置をご使用になられる前に、以下に説明する安全上の注意事項を確認してください。
装置やアクセサリの中には通常の使用条件では危険な高電圧を使用しないものもありますが、置かれる状況によっては危険な状態が存在する場合があります。

本製品は感電の危険を良く認識し、事故防止に必要な安全上の注意事項を熟知した人による使用を前提としています。製品ご使用の前に、設置・操作・保守に関して説明された内容をよく読み、それに従ってください。製品仕様の詳細についてはマニュアルをご覧ください。

製品を指定の方法でご使用頂けなかった場合は、装置が本来備える保護機能を傷める可能性があります。

本装置を使用されるのは次のような方々です：

責任者（責任団体）は装置の使用と保守に責任を負う個人またはグループであり、装置が本来の仕様と動作限界の範囲内で適正に運用され、オペレーターが適切な教育を受けることに対して責任を負います。

オペレーターは目的の機能を実現するために製品を使用します。オペレーターは電気的な安全保持および装置の適正な運用について教育を受けていなければならず、電気ショックや通電回路に直接触れぬように保護されている必要があります。

保守要員は製品を正しく動作させるために必要な所定の作業を行います（例えば、電源電圧の設定、消耗部品の交換など）。具体的な保守作業の内容についてはマニュアルをご覧ください。保守担当者が実施できる項目であるかどうかはそれぞれの作業説明に明記してあります。該当しない項目についてはサービス担当者にお任せください。

サービス担当者は安全に装置を設置し、製品の修理を行います。このため、サービス担当者は活線作業実施のための教育を受けていなければなりません。設置やサービス作業を行えるのは適正な教育を受けたサービス担当者だけです。

ケースレー社の製品は国際電気標準会議（IEC）規格IEC 60664 に従って設置カテゴリーI、または設置カテゴリーII に位置付けられた電気信号を対象として設計されています。
測定、コントロール、およびI/O 信号の殆どは設置カテゴリーI に属すものであり、電源電圧や大きな過渡電圧源に直接接続することは許されません。設置カテゴリーII の接続では、現場のAC 電源接続に往々に見られる大きな過渡電圧の印加に対する保護が必要となります。マニュアルに特段の注記、説明がない場合は、すべての測定、コントロール、I/O 接続はカテゴリーI 信号源に接続するものと見なしてください。

感電の危険性が存在する場面では特別な注意が必要です。ケーブル接続ジャックや試験ジグには人命にかかわる高電圧が印加されていることがあります。米国規格協会（ANSI）においては、電圧レベルが30V RMS、42.4V（ピーク値）、または60VDC を超える場合は常に感電が危険が存在すると規定されています。未知回路を測定しようとするときは、常に危険な高電圧が存在するものとして作業を行ってください。

オペレーターは作業中常に感電から保護されていなければなりません。責任者（団体）はオペレーターが危険個所に触れない/絶縁されているようにすべての接続ポイントを処置する必要があります。場合によっては、人が触れられるように接続個所をあえて露出させなければならないことがあります。オペレーターは、このような状況でも感電事故から自分を保護できるように教育されていなければなりません。しかし、1000V を超える電圧で動作する可能性のある回路については、決して回路の導電部位を露出させないでください。

スイッチングカードを電流制限機能のない電源回路に直接接続しないでください。これらのカードはインピーダンスで制限された電源への接続を想定したものです。スイッチングカードは絶対にAC 電源に直結しないでください。スイッチングカードに電源を接続するときは、過大な電流や電圧がカードに印加されないようにする保護デバイスを装着してください。

装置を動作させる前に、電源コードが正しく接地されたコンセントに接続されていることを確認してください。

接続ケーブルや試験導線、ジャンパー等に磨耗や割れ目、断線などがないか検査してください。

電源コードへのアクセスが難しい場所（ラックなど）に装置を設置する場合は、主電源を遮断できる独立したデバイスを装置のできるだけ近く、かつオペレーターが容易に操作できる位置に設けてください。

確実に安全を確保するため、被試験回路が通電されている間は製品、試験ケーブル、その他の装置には手を触れないようにして
ください。次のような作業を行う場合は必ず事前に全回路の電源を切り、コンデンサーを放電させてください：ケーブル/ジャンパーの接続や取り外し、スイッチングカードの装着/ 取り外し、ジャンパーの取付け/ 取り外しなどの内部設定変更。

被試験回路のコモン側や電源GND へ電流を流す経路となりえる物体には触らないでください。測定を行うときは手が

濡れていないことを確認し、測定対象の電圧に十分耐える乾燥した非導電性の床の上に立って作業してください。

装置およびアクセサリはその仕様と指定された操作法に従って使用してください。これが守られない場合は装置を安全に使用して頂くことができません。

装置およびアクセサリの最大信号レベルを絶対に超えないようにしてください。この値は装置仕様と操作法に定義されており、さらに装置や試験ジグのパネル、スイッチングカードにも印刷されています。

製品が装着しているヒューズを交換するときは、引火事故を連続監視できるようにするため、必ず型式と定格が同じヒューズだけを使用してください。

筐体端子は測定回路のシールドの接続のみに用い、安全接地GND の接続には使用しないでください。

試験ジグを使用する場合､被試験デバイスの通電中は必ず蓋を閉じてください｡安全に作業するためにはインターロック付きの蓋を使用してください。

または が表記された個所はユーザ用資料に推奨されたケーブルを用いて保安接地してください

装置上に シンボルが表記された個所については、マニュアルに記載の操作説明を必ずご覧ください。

装置上に シンボルが表記された個所は､通常およびコモンモード電圧の両方を考慮すると1000 V またはそれ以上の電圧を発生/測定できることを示します。使用者がこのような電圧に直接触れないようにするため、標準的な対策を施して安全を保持してください。

マニュアルの中で「警告」という見出しに続く文は、使用する人に傷害（場合によっては致命的な）を引き起こす可能性のある危険性について説明しています。該当する操作を実行する前に必ず関連する情報を注意深く読んでください。

マニュアルの中で「注意」という見出しに続く文は装置の損傷に結びつく危険事項を説明しています。このような損傷は保証規定を無効にすることがありますからご注意ください。

装置およびアクセサリを人体に接続しないでください。

保守作業を行うときは必ず事前に電源ケーブルとすべての試験ケーブルを取り外してください。

感電や火災事故を防止するため、メイン回路コンポーネント（電源トランス、試験導線、入力ジャックなど）の交換部品は必ずケースレーから純正品を購入してください。ヒューズについては、該当安全規格を満たし、かつ型式と定格が一致するものであれば標準品を使用できます。それ以外の部品で装置の安全には関係しないものについては、本来の部品に同等の他社製品を購入して頂いてかまいません。

（ただし一部の指定された部品については、製品の確度と機能を保つために、直接ケースレーから購入して頂く必要があります。）
交換部品の適用性についてご不明の点があるときは、ケースレーの支社、代理店にお問い合わせください。

装置をクリーニングするときは湿らせた布、または水溶性のクリーナーを使用してください。クリーニングできるのは装置の外周りだけです。装置自体（内部）は直接クリーナーで触らないでください、また、装置表面や内部に液体が入らないように注意してください。ケースや筐体のない裸の回路基板（コンピュータに装着するデータ収集基板など）は、指示に従って適切に操作されている限りにおいてクリーニングの必要はありません。基板が汚れ、それによって機能に影響が生じている場合は、基板をメーカーに返送してクリーニング/ サービスを依頼してください。

目次

Model 6514
システムエレクトロメータ
基本操作説明書

はじめに

このガイドはケースレー Model 6514 システムエレクトロメータを使用されるお客様に基本操作（前面パネル/リモート）に慣れていただくことを目的に編集されたものです。このエレクトロメータの操作全般にわたるさらに詳しい情報については『Model 6514 Instruction Manual』をご覧ください。

このガイドは操作を次の 3 つの部分に分けて説明します：(1) 基本操作、(2) 性能最適化のための諸設定、および (3) DUT 試験を効率化する機能。この順に従うことにより、本製品を新たにご使用になるお客様も簡単な基本操作から、より複雑な測定手順まで滑らかに進んでいただくことができます。

リモートコマンドプログラミング - このガイドでは Model 6514 の各種の動作モードを解説するとともに、それらに関連したリモート操作用 SCPI コマンドを表にまとめて説明します。大部分のコマンドはクエリ（問い合わせ）形式を持っています。例えば、FUNC 'VOLT' は電圧測定を選択しますが、:FUNC? は現在設定されている測定機能が何であるかを問い合わせます。クエリコマンド送信後は Model 6514 をトーカとしてアドレスする必要があることに注意してください。

複数のコマンドを使用し、その並び順が重要である操作についてはプログラミング例を挙げて説明します。厳密なプログラム構文は試験に使用するプログラム言語に依存します。

測定機能

- 電圧：±10μV～±210V
- 電流：±100aA～±21mA
- 抵抗：10mΩ～210GΩ
- 電荷：10fC～21μC

前面/背面パネル

Model 6514 の前面と背面パネルをそれぞれ図 1 と図 2 に示します。

各種の装置コントロール要素とコネクタの使用法についてこのガイドを通して順次説明してゆきます。

図 1

前面パネル

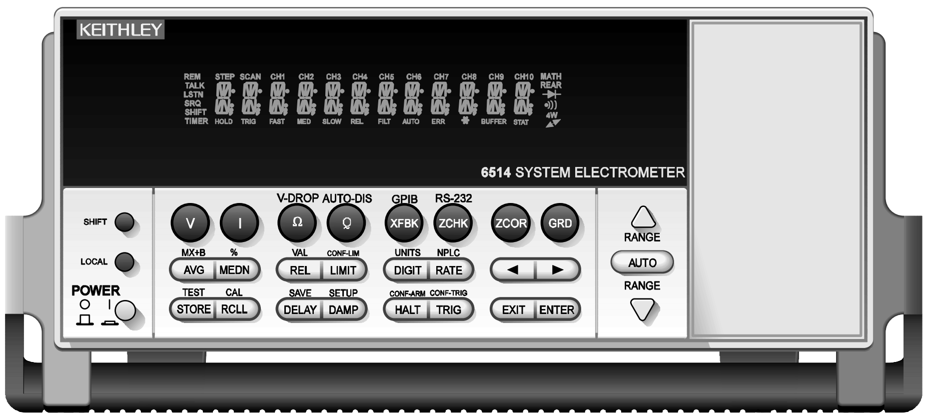
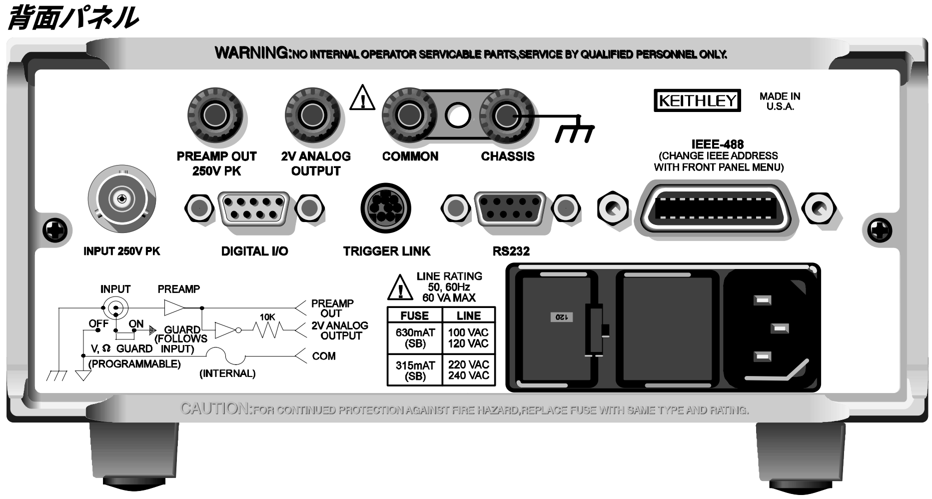


図 2

背面パネル



基本接続

警告　装置が許容する最大コモンモード電圧入力（HI または LO と筐体 GND 間の電圧）は 500V（ピーク値）までです。この値を超える電圧は感電事故の原因になります。

注意　入力がフローティング状態のときに PREAMP OUT、COMMON、または 2V ANALOG OUTPUT を接地させると装置を損傷する恐れがあります。

入力コネクタ

背面パネルの INPUT コネクタは 3-ラグタイプのメス 3 軸コネクタであり、オス 3 軸コネクタで終端したケーブルに適合します。図 3 に示すとおり、この入力コネクタはガードの有無どちらの構成にも対応します。ガード付きの構成で使用するのは、ガード付きの電圧またはガード付き抵抗測定の場合だけです。ガードの ON/OFF 切換えには GRD キーを使用します。

注　*ガードの状態（ON/OFF）は電流と電荷測定機能には影響を与えません。電流と電荷測定機能では常にガードを使用しない設定が選択されます。*

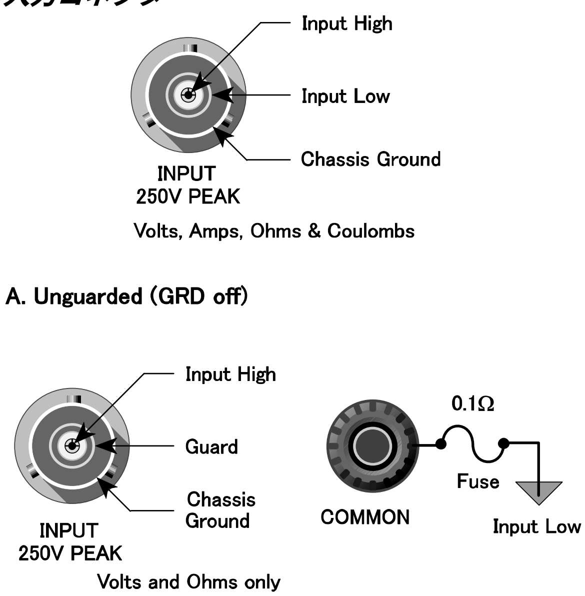
低ノイズ入力ケーブル

精密測定を行う場合は必ず低ノイズケーブルを使用してください。以下の低ノイズケーブルを Model 6514 と共に使用されるようにお奨めします：

- Model 237-ALG-2 — Model 6514 の入力コネクタに直接接続できる 2m の低ノイズ 3 軸ケーブルです。ケーブルの他端はワニ口クリップで終端されています。
- Model 7078-TRX-x **ケーブル** — このシリーズのケーブルは両端が 3-スロットの 3 軸コネクタで終端されています。

注　*一般的な原則として、電圧、電流、および抵抗測定には常に可能な限り短いケーブルを使用してください。*

図 3
入力コネクタ



A. Unguarded (GRD off)

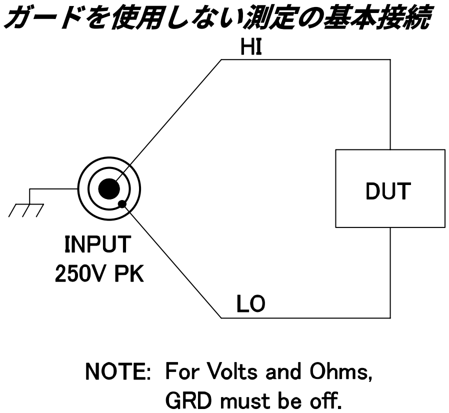
B. Guarded (GRD on)

DUT への基本接続

ガードを使用しない接続

ガードを使用しない基本接続を図 4 に示します。測定対象の DUT としては電圧、電流、抵抗、または電荷が考えられます。ガードを使用せずに電圧または抵抗を測定するときは必ずガードのドライブ（GRD）をOFFにしてください。

図 4
ガードを使用しない測定の基本接続



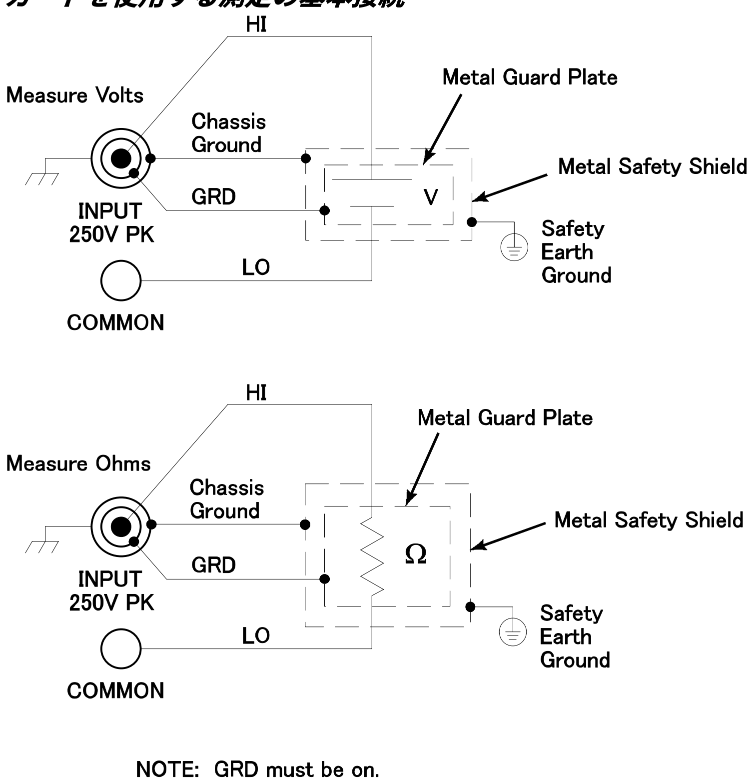
ガードを使用する接続

ガードを使用する電圧と抵抗測定の基本接続例を図 5 に示します。ガード（GRD）をオンにすると、3 軸コネクタの内側シェル（金属製ガードプレートに接続）がドライブされたガードとして機能します。ドライブされたガードを使用することにより、高インピーダンス回路での電圧/抵抗測定に悪影響を与える電流やキャパシタンスの漏れを無くすことができます。

警告 ガード電圧は入力と等電位に保たれます。従って、危険な電圧が入力にかかるとその電圧はガードプレートにも印加されます。感電事故防止のため、30Vrms（ピーク値 42V）を超える電圧をガード付きで測定する場合は常に金属製の安全シールド（図 5 に示します）を使用してください。この金属安全シールドは #18 AWG 以上のワイヤで安全接地グラウンドに接続する必要があります。

警告 電圧または抵抗測定モードで入力を開放状態にすると最高 **250V**（ピーク値）の電圧がガード端子に発生することがあります。危険防止のため、入力開放状態のときは常にゼロチェックをオンにしておいてください。

図 5
ガードを使用する測定の基本接続



基本操作

動作モードの選択

前面パネルに配置されたほとんどのキーには 2 種類の動作/機能が割り付けられています。キー自体に刻印された名前はそのキーのメイン（非シフト）機能/動作を示し、キーの真上に表示された名前がシフト機能/動作を表します。単純にそのキーを押した場合はメインの機能が選択されます。シフト機能を選択したい場合は、まず SHIFT を押してから希望するキーを押してください。例えば、デジタルフィルタを選択するには AVG を押し、mX + b 演算を選択したい場合は SHIFT を押してから MX+B を押します。

電圧と抵抗測定

電圧測定と抵抗測定を実行するための基本的な手順を表 1 に示します。

表 1

電圧と抵抗測定の操作手順

操作	詳しい説明
1. ゼロチェック機能をオンにします	信号接続の変更や機能選択を行う前に ZCHK を押してゼロチェック機能をオンにしておきます。
2. 機能選択	電圧を測定するときは V を押します。抵抗を測定するときは Ω を押します。
3. ガードのオン/オフを切換えます	信号接続にガードを使用するか否かに応じて GRD キーでガードのオン/オフを選択します。
4. ゼロ補正実行（電圧測定のみ）	最高電圧確度が得られるようにするため、ZCOR を押して 6514 をゼロ補正します。
5. レンジを選択	RANGE 上向矢印キー、下向矢印キーを使用して手動操作でレンジを選択するか、または AUTO RANGE を押して自動レンジ機能をオンにします（AUTO ランプ点灯）。
6. DUT を 6514 の入力に接続します	図 4（ガード不使用）または 図 5（ガード使用）を参照してください。
7. ゼロチェックをオフにします	測定実行前に ZCHK を押してゼロチェックをオフにします。
8. ディスプレイから指示値を読み取ります	前面パネルに表示される電圧/抵抗指示値を観察します。

電流測定

電流測定を実行するための基本的な操作手順を表 2 に示します。

表 2

電流測定の操作手順

操作	詳しい説明
1. ゼロチェック機能をオンにします	信号接続の変更や機能選択を行う前に ZCHK を押してゼロチェック機能をオンにしておきます。
2. 電流測定機能選択	I を押して電流測定を選択します。
3. ゼロ補正を実行します	最高確度が得られるようにするため、ZCOR を押して 6514 をゼロ補正します。
4. レンジを選択	RANGE 上向矢印キー、下向矢印キーを使用して手動操作でレンジを選択するか、または AUTO RANGE を押して自動レンジ機能をオンにします（AUTO ランプ点灯）。
5. DUT を 6514 の入力に接続します	図 4 を参照してください。
6. ゼロチェックをオフにします	測定実行前に ZCHK を押してゼロチェックをオフにします。
7. ディスプレイから指示値を読み取ります	前面パネルに表示される電流指示値を観察します。

電荷測定

電荷測定を実行するための基本的な操作手順を表 3 に示します。

表 3

電荷測定の操作手順

操作		詳しい説明
1.	ゼロチェック機能をオンにします	信号接続の変更や機能選択を行う前に ZCHK を押してゼロチェック機能をオンにしておきます。
2.	電荷測定機能選択	電荷をクーロン単位で測定するために Q を押します。
3.	レンジを選択	RANGE 上向矢印キー、下向矢印キーを使用して手動操作でレンジを選択するか、または AUTO RANGE を押して自動レンジ機能をオンにします（AUTO ランプ点灯）。
4.	入力信号ケーブルを 6514 に接続します	DUT はケーブルに接続しないでください（入力開放）。
5.	ゼロチェックをオフにしてから相対機能をオンにします	ZCHK を押してゼロチェック機能をオフにしてから REL を押します。
6.	DUT を 6514 の入力に接続します	図 4 を参照してください。
7.	ディスプレイから指示値を読み取ります	前面パネルに表示される電荷（クーロン）指示値を観察します。

測定上の注意事項

敏感な測定を行うには以下の項目に留意して最高の測定確度を発揮させてください。

- 入力の接続には必ず低ノイズ 3 軸ケーブルを使用してください。
- ゼロチェック機能をオンにしてゼロ補正を行い、内部オフセットをゼロにしてください。
- Model 6514 と試験回路をノイズ発生源からできるだけ離し、必要ならばシールドを施してください。

リモートコマンドプログラミング

データ文字列

:READ? は読み取りにトリガをかけてデータ文字列を要求する標準的なコマンドです。データ文字列が実際にコンピュータへ送られるのは Model 6514 がトーカとしてアドレスされたときです。このデータ文字列はコンマで区切られた要素を最大 3 個まで含むことがあります。第 1 の要素は電圧/電流/電荷/抵抗読み取り値であり、第 2 の要素はタイムスタンプ、第 3 の要素はステータス情報です。デフォルト条件ではこの 3 種類の要素全部が含まれています。データ形式全体の詳しい説明については『Model 6514 Instruction Manual』のセクション 16「FORMat サブシステム」をご覧ください。

コマンドが使用する文字

角カッコ（[]）はその中に囲まれたコマンド文字が省略可能なオプションであることを示しています。Model 6514 の実際のプログラムにはこのカッコを記述しないでください。コマンドの大文字で表記された部分はそのコマンドの短縮形を表します。 それに続く小文字部分は省略可能ですから必ずしも記述する必要はありません。プログラミング構文について更に詳しくは『Model 6514 Instruction Manual』のセクション 12 をご覧ください。

SCPI コマンド

基本的な測定で使用する SCPI コマンドを表 4 に示します。

表 4
基本的な測定で使用する SCPI コマンド

コマンド*	説明
[:SENSe[1]]:FUNCtion <name>	測定機能選択：'VOLTage'、'CURRent'、'RESistance'、または 'CHARge'
[:SENSe[1]]:XXX:RANGe <n>	測定レンジ選択；<n> = レンジ
[:SENSe[1]]:XXX:RANGe:AUTO <b>	自動レンジ機能のオン/オフ切換え；（ON/OFF）
[:SENSe[1]]:VOLTage:GUARd <b>	電圧測定用ガードのオン（ON）、オフ（OFF）を選択
[:SENSe[1]]:RESistance:GUARd <b>	抵抗測定用ガードのオン（ON）、オフ（OFF）を選択
:SYSTem:ZCHeck <b>	ゼロチェックのオン（ON）/オフ（OFF）切換え
:READ?	トリガをかけてデータ文字列を 1 個取得。

* 選択した測定機能により、XXX = VOLTage、CURRent、RESistance、または CHARge のいずれか。

プログラミング例

電圧測定の例 ― 表 5 に示すのは電圧測定の典型的なコマンドシーケンスであり、ガードを使用して 20V レンジで測定を行います。

電流測定の例 ― 表 6 に示すのは自動レンジ機能を使用して電流測定を行う典型的なコマンドシーケンスです。

表 5
電圧測定のコマンドシーケンス例

コマンド*	コメント
*RST	GPIB デフォルトに戻します
SENS:FUNC 'VOLT'	電圧測定機能を選択
SENS:VOLT:RANG 20	20V レンジを選択
SENS:VOLT:GUAR ON	ガードモードをオンにします
SYST:ZCH OFF	ゼロチェックをオフにします
READ?	トリガをかけて電圧読み取り値を 1 個取得

* 実際にトリガをかけてデータを取得するためには:READ? 送信後に Model 6514 をトーカとしてアドレスしなければなりません。

表 6
電流測定のコマンドシーケンス例

コマンド*	**コメント**
*RST	GPIB デフォルトに戻します
SENS:FUNC ‘CURR’	電流測定機能を選択
SENS:CURR:RANG:AUTO ON	自動レンジ機能をオンにします
SYST:ZCH OFF	ゼロチェックをオフにします
READ?	トリガをかけて電流読み取り値を 1 個取得します。

* 実際にトリガをかけてデータを取得するためには:READ? 送信後に Model 6514 をトーカとしてアドレスしなければなりません。

性能を最適化するための諸設定

レンジ

最高の確度を実現するには、Model 6514 を可能な限り低い測定レンジに設定しなければなりません。ほとんどの場合は自動レンジ機能を使用することにより最適レンジを自動的に選択することができます。自動レンジのコントロール（オン/オフ）には AUTO レンジキーを使用します（自動レンジ機能がオン状態になると AUTO ランプが点灯します）

レンジを手動で切換えるには RANGE 上向矢印キー、下向矢印キーを使用します。このどちらかのキーを押すと自動レンジ機能がオフになることに注意してください。

それぞれの測定機能が使用できる測定レンジを表 7 に示します。

それぞれの測定機能は自分のレンジ設定（固定/AUTO）の内容を記憶しています。すべての測定レンジは読み取り可能な値がフルスケール公称値よりも5% オーバーレンジになるように設計されています。

表 7
測定レンジ

V	I	Ω	Q
2V	20pA	2kΩ	20nC
20V	200pA	20kΩ	200nC
200V	2nA	200kΩ	2μC
	20nA	2MΩ	20μC
	200nA	20MΩ	
	2μA	200MΩ	
	20μA	2GΩ	
	200μA	20GΩ	
	2mA	200GΩ	
	20mA		

速度

RATE キーは A/D 変換器の積分時間を選択します。この値は入力信号を測定する時間幅を意味します。積分時間は装置の最終的な読み込み速度ばかりでなく、読み込み時のノイズにも影響を与えます。積分時間は電源周波数から導かれるパラメータNPLC(number of power line cycle)を用いて指定します、すなわち、60Hz の 1 PLC は16.67msec（1/60）、50Hz の 1 PLC は 20msec（1/50）です。

速度設定はすべての測定機能に共通です。 したがって、現在どの測定機能が選択されているかには関係なく速度を設定することができます。速度の設定には 2 通りの方法があり、RATE キーを使用して低速/中速/高速のいずれかを選択するか、または NPLC メニューを使用して電源サイクル数を指定します（このメニューにアクセスするには、まず SHIFT を押してから NPLC を押します）。

速度設定を変更するには、RATE キーを押し、表示ランプが希望の選択肢（SLOW、MED、または FAST）を表示するまで押し続けてからキーを離します。

- SLOW — 前面パネルの最も遅い積分時間（60 Hz ならば 6 PLC、50 Hz ならば 5 PLC）を選択し、表示分解能を 5.5桁に設定します。SLOW を選択すると速度は遅くなりますがノイズ性能は向上します。
- MED — 中間の積分時間（1 PLC）を選択し、表示分解能を 5.5桁に設定します。ノイズ性能と速度の適度な折り合いをつけて測定したい場合に MED を選択します。
- FAST — 前面パネルの最高速積分時間（0.1 PLC）を選択し、表示分解能を 4.5桁に設定します。速度を上げることが特に重要であるときは FAST を選択してください（ただし、読み取りノイズが増加します）。

桁数

DIGIT キーは Model 6514 の表示分解能を設定します。 表示分解能は 3.5 から 6.5 の範囲で設定できます。表示分解能はグローバル設定ですから、１つの設定ですべての測定機能の表示分解能が決まります。表示分解能を設定するには、希望の桁数が表示されるまで DIGITS キーを押し続けてからキーを離してください。

> ***注*** *積分時間を変更するとそれに連動して表示分解能も変わりますが、表示分解能を変更しても速度設定は変化しません（詳しくは「速度」の項参照）。*

フィルタ

フィルタの使用により、入力信号に重畳したノイズに起因するノイズの多い測定が安定化します。Model 6514 では 2 つのタイプのフィルタ（メディアン、デジタル）を使用することができます。メディアンとデジタルフィルタは両方を同時に機能させることができます。

両者を同時に動作させた場合はメディアンフィルタが最初に機能します。メディアンフィルタで処理された読み取り値がデジタルフィルタのスタックに送られます。したがって、両方のフィルタ処理が終わるまでは処理された読み取り値は表示されません。

フィルタ設定はグローバル設定です。すなわち、フィルタ設定は 4 種類の測定に共通に機能します。メディアンフィルタを設定してコントロールするのが MEDN キー、デジタルフィルタの設定とコントロールを行うのが AVG キーです。メディアンとデジタルのどちらかのフィルタがアクティブになると FILT ランプが点灯します。

メディアンフィルタ

メディアンフィルタは複数の読み取り値を大きさの順に並べて「最も中央に近い」値を選び出すために使用します。中央値計算に使用する読み取り値サンプルの数は、指定するランク（1〜5）から次の式によって決まります：

読取り値のサンプル数 = (2×R) + 1

R は選択されているランク（1〜5）です。

メディアンフィルタを設定するときは、まず MEDN キーを押して現在のフィルタのランクを表示させてください。次に、RANGE キーを使用して希望するランク（1〜5）を表示させてから ENTER を押します。

デジタルフィルタ

デジタルフィルタには移動と反復の 2 つのタイプがあります。移動フィルタでは変換が行われて読み取り値が発生するたびにスタック内の読取り値の平均値が計算され、これによってフィルタ処理された読取り値が 1 個作られます。スタックのタイプは先入れ先出し（first-in, first-out）形式ですから、いったんスタックがいっぱいになるとそれ以後は最新の変換値が最も古い値を順次置き換えてゆきます。装置はスタックが一杯にならなくても読み取り値の出力を開始することに注意してください。反復フィルタの場合は、指定された個数の読み取りを行い、それらの値から平均値を計算してそれを処理結果として出力します。その後、スタックを空にして新たに読み取りを開始します。

デジタルフィルタを設定するには AVG キーを押します（ここで平均処理の対象となる読取り値の数（1〜100）を設定します）。次にフィルタのタイプ（移動/反復）を選択してから ENTER を押します。

REL キー

REL キーにはオフセットをゼロにする機能と、ベースラインの値を読み取ってそれ以後の読取り値から減算する機能があります。この rel 値は測定レンジによらず共通であることに注意してください。例えば、2V レンジで rel値が 1V であったとすれば、20V や 200V レンジの rel 値も同じ 1V になります。

rel 値を設定するには次のステップを実行します：

1. rel 値にしたい指示値を表示させます。この値はゼロ化したいゼロオフセット指示値でもかまいませんし、ベースラインとして使用したいレベルの信号であってもかまいません。
2. REL を押します。REL ランプが点灯し、それ以後の指示値は実際の入力と rel 値との差になります。
3. もう一度 REL キーを押すと REL 機能がオフになり、REL ランプが消灯します。

リモートコマンドプログラミング

速度、桁数、フィルタ、および REL 機能を操作する SCPI コマンドを表 8 に示します。レンジ設定用のコマンドについては表 4 をご覧ください。

表 8
SCPI ***コマンド：速度、桁数、フィルタ、*** *rel* ***設定***

コマンド	**説明**
速度コマンド：	
[:SENSe[1]]:VOLTage:NPLCycles <n>	電圧読み取り速度を PLC 単位で設定：0.01～10
[:SENSe[1]]:CURRent:NPLCycles <n>	電流読み取り速度を PLC 単位で設定：0.01～10
[:SENSe[1]]:RESistance:NPLCycles <n>	抵抗読み取り速度を PLC 単位で設定：0.01～10
[:SENSe[1]]:CHARge:NPLCycles <n>	電荷読み取り速度を PLC 単位で設定：0.01～10
桁数コマンド：	
:DISPlay:DIGits <n>	表示分解能を設定：4～7
メディアンフィルタコマンド：	
[:SENSe[1]]:MEDian:RANK <n>	メディアンフィルタのランクを指定： 1～5
[:SENSe[1]]:MEDian[:STATe] <b>	メディアンフィルタのオン/オフ切換え
デジタルフィルタコマンド：	
[:SENSe[1]]:AVERage:TCONtrol <name>	フィルタのコントロール法を指定：MOVing または REPeat
[:SENSe[1]]:AVERage:COUNt <n>	フィルタカウントを設定：1～100
[:SENSe[1]]:AVERage[:STATe] <b>	デジタルフィルタのオン/オフ切換え
*Rel コマンド：**	
:CALCulate2:NULL:STATe <b>	rel 機能のオン/オフ切換え

* Rel 値の設定/取得コマンドは含まれていません。『Model 6514 Instruction Manual』のセクション 7 をご覧ください。

DUT 試験を効率化する機能

バッファ

Model 6514 は 1 個～2500 個までの読み取り値を保存できるバッファを備えています。バッファはオーバーフローした読取り値も保存し、タイムスタンプも情報として含まれます。さらに、バッファから取り出すデータには統計情報（最小、最大、ピークツーピーク、平均、標準偏差）も含まれています。バッファは指定された数の読み取り値が書き込まれた時点で停止します。何らかの演算機能を実行すると、その結果もバッファに書き込まれます。このような演算機能には mX+b、パーセント、リミットなどが含まれます。

読み取り値の保存

読み取り値を保存するには、まず STORE を押し、保存する読み取り値の数をキー入力してから ENTER を押します。バッファがアクティブな状態になるとスター（*）ランプが点灯します。装置が即時トリガモードに入っている場合は、ランプ点灯と同時に保存プロセスが開始されます。外部トリガモードの場合は、入力トリガが入る（または TRIG キーを押す）ことによって読み取り値が保存されます。バッファが一杯になるとスター（*）ランプが消灯します。

読み取り値の呼び出し

読み取った値を呼び出すには RCLL キーを押します。このキーを押すと “RDG NO 1” メッセージが表示され、同時に表示可能なデータが存在することを示す矢印ランプ（↔）が点灯します。RANGE キーとカーソルキーを使用して読み取り値の番号や値、タイムスタンプ、バッファ統計を巡回しながら希望の読み取り値を選択してください。通常の表示状態に戻すには EXIT を押してください。

バッファ統計

- MIN と MAX はバッファに保存されている最小値と最大値を表します。同時にこれらの値が保存されているバッファ位置を示します。
- PK-PK（Peak-to-Peak）は MAX と MIN 読み取り値の差の絶対値を表します。この値の計算式は次のとおりです：
  Peak-to-Peak = |MAX - MIN|
- Average はバッファ内の読み取り値から次式に従って計算された平均値です：

$$y = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

ここに、 X_i は保存されている読取り値、
n は保存されている読取り値の数を表します。

- **STD DEV** はバッファ内に保存された読み取り値から次式に従って計算された標準偏差です：

$$y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \left(\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)^2\right)}{n-1}}$$

ここに、 X_i は保存されている読取り値、
n は保存されている読取り値の数を表します。

注 *Model 6514 は IEEE-754 浮動小数点形式を用いて数値計算を行います。*

リモートバッファプログラミング

SCPI コマンド

バッファとバッファ統計の設定とコントロールに使用する SCPI コマンドを表 9 に示します。

表 9
SCPI コマンド：バッファ

コマンド	**説明**
:TRACe:CLEar	バッファ内の読み取り値をクリア
:TRACe FREE?	使用可能および使用中のバイト数を問い合わせ
:TRACe:POINts <n>	保存する読み取り値の数を指定：1～2500
:TRACe:FEED <name>	読み取り値の出所を選択：SENSe[1]、CALCulate[1]、または CALCulate2
:TRACe:FEED:CONTrol <name>	バッファのコントロールモードを選択： NEVer または NEXT
:TRACe:TSTamp:FORMat <name>	タイムスタンプの形式を選択： ABSolute または DELta.
:TRACe:DATA?	バッファ内の全読み取り値を読み込みます
:FORMat:ELEMents <list>	バッファのデータ要素を指定：READing、TIME、および STATus.
:CALCulate3:FORMat <name>	バッファ統計を選択：MINimum、MAXimum、MEAN、SDEViation、または PKPK
:CALCulate3:DATA?	選択したバッファ統計量を読み出します

プログラミング例

取得した値をバッファに保存し、読み取り値と平均バッファ統計を取り出すための標準的なコマンドシーケンスを表 10 に示します。

表 10
バッファ操作のコマンドシーケンス例

コマンド*	**コメント**
:TRAC:POIN 20	バッファサイズを 20 に設定
:TRAC:FEED SENS	生読み取り値を保存するように設定
:TRAC:FEED:CONT NEXT	読み取り値の保存開始
:TRAC:DATA?	保存された全部の読み取り値を要求*
:CALC3:FORM MEAN	平均値の計算を選択
:CALC3:DATA?	計算を実行し、その計算結果を要求*

* データ取得のためには :TRAC:DATA? と :CALC3:DATA? の送信後に Model 6514 をトーカとしてアドレスしなければなりません。

リミット試験

リミット操作はそれ以降の測定の合格/不合格判定で使用する値の設定とコントロールを行います。リミット試験が行われる対象はその時点でイネーブルされている Rel、mX+b、または Percent 操作の結果です。

> ***注*** *このガイドではリミット試験の基本的な部分だけを説明します。ビニングに関する情報やコンポーネントハンドラの使用法までを含めたリミット試験の完全な説明については『Model 6514 Instruction Manual』のセクション 10 をご覧ください。*

リミット試験にはリミット1 とリミット2 の 2 種類があり、両者とも上限（High）と下限(Low)値を使用します。工場デフォルトでは両方の試験のリミット値はともに +1（High）と –1（Low）に設定されています。

リミット試験による合否判定の結果として表示されるメッセージを表 11 に示します。

表 11
リミット試験の結果を表示するメッセージ

メッセージ	**リミット1 試験の結果**	**リミット2 試験の結果**
:OK	合格	合格
:L1	不合格	試験対象外
:L2	合格	不合格

リミット試験の設定

SHIFT を押し、続いて CONF-LIM を押してから LIMIT 1 または LIMIT 2 いずれかを選択します。CONTROL を使用して試験の機能をオンにしておいてから HILIM と LOLIM の値（-9.999999T～+9.999999T）を入力します。（極性を切換えるときは + または – キーにカーソルを合わせ、レンジを変更するときは希望するレンジシンボルにカーソルを合わせます。）

リミット試験の設定が終了したならば、それ以後は LIMIT キーを押して試験の開始/終了をコントロールします。表 11 に示す形式で試験結果が表示されます。

リモートリミットプログラム

SCPI コマンド

最も基本的なリミット試験を行うための SCPI コマンドを表 12 に示します。

それ以外のリミット試験コマンドを含めた、より完全な説明については『Model 6514 Instruction Manual』のセクション 10 をご覧ください。

表 12
SCPI コマンド：基本リミット試験

コマンド	説明
:CALCulate2:LIMit:STATe <b>	Limit 1 試験のオン/オフ切換え： <b> = ON または OFF
:CALCulate2:LIMit:LOWer <n>	Limit 1 の下限値を設定： <n> = リミット値；-9.99999e20～9.99999e20
:CALCulate2:LIMit:UPPer <n>	Limit 1 の上限値を設定： <n> = リミット値；-9.99999e20～9.99999e20
:CALCulate2:LIMit:FAIL?	リミット1 の試験結果問い合わせ （0 = 合格、1 = 不合格）
:CALCulate2:LIMit2:STATe <b>	Limit 2 試験のオン/オフ切換え： <b> = ON または OFF
:CALCulate2:LIMit2:LOWer <n>	Limit 2 の下限値を設定： <n> = リミット値；-9.99999e20～9.99999e20
:CALCulate2:LIMit2:UPPer <n>	Limit 2 の上限値を設定： <n> = リミット値；-9.99999e20～9.99999e20
:CALCulate2:LIMit2:FAIL?	リミット2 の試験結果問い合わせ （0 = 合格、1 = 不合格）

プログラミング例

表 12 に示すプログラム例は電圧を対象にリミット試験を行います。使用する リミット 1 の値を±1、リミット2 の値を±0.1 とします。

表 13
リミット試験のコマンドシーケンス例

コマンド*	**コメント**
*RST	GPIB デフォルトに戻します
:CALC2:LIM:LOW -1	リミット1 の下限値を -1 に設定
:CALC2:LIM:UPP 1	リミット1 の上限値を 1 に設定
:CALC2:LIM:STAT ON	リミット1 試験をオンにします
:CALC2:LIM2:LOW -0.1	リミット2 の下限値を -0.1 に設定
:CALC2:LIM2:UPP 0.1	リミット2 の上限値を 0.1 に設定
:CALC2:LIM2:STAT ON	リミット2 試験をオンにします
:READ?	トリガをかけて読み取り値を要求*
:CALC2:LIM:FAIL?	リミット1 試験の結果を要求*
:CALC2:LIM2:FAIL?	リミット2 試験の結果を要求*

* 実際に試験結果を得るためには :READ?、:CALC2:LIM:FAIL? および :CALC2:LIM2:FAIL? コマンドを送信した後で Model 6514 をトーカとしてアドレスしなければなりません。

演算処理

Model 6514 は mX + b およびパーセント演算機能を備えています。

mX+b

この演算機能を実行すると、通常表示される読み取り値（X）に対して下式の演算が行われます：

Y = mX+b

ここに、 X は通常表示される指示値であり、
m と b はスケール係数およびオフセットとしてユーザが入力する定数です。
Y が最終的に表示される演算結果です。

mX + b を設定して演算を実行できるようにするには、まず SHIFT を押し、続いて MX+B を押すことにより現在設定されているスケールファクタを表示させます。プロンプトの指示に従って M、B、および単位（UNITS）の値を入力して ENTER を押してください。MATH ランプが点灯して mX+b 演算機能がアクティブになったことを示します。この機能の使用を停止するときは再度 SHIFT を押してから MX+B を押して下さい。これにより、MATH ランプが消灯します。

パーセント(%)

この演算機能は指定された基準値からの偏差をパーセント単位で計算します。パーセント演算は次の式に従って実行されます：

$$\text{パーセント値} = \frac{（\text{入力} - \text{基準値}）}{\text{基準値}} \times 100\%$$

ここに、 「入力」は通常表示される指示値、
「基準値」はユーザが入力する定数、
「パーセント」は表示される計算結果です。

パーセント演算機能を設定してその機能をオンにするには、まず SHIFT を押し、続いて % を押してから希望する基準値を入力し、最後に ENTER を押します。MATH ランプが点灯してパーセント演算機能がアクティブになったことを示します。この機能の使用を停止するときは再度 SHIFT を押してから % を押して下さい。これにより、MATH ランプが消灯します。

mX+b とパーセントのリモートプログラミング

SCPI コマンド

mX+b とパーセント演算のプログラミングに使用するコマンドを表 14 にまとめて示します。

表 14
SCPI コマンド；mX+b とパーセント演算

コマンド	説明
:CALCulate:FORMat <name>	計算のタイプを選択；MXB または PERCent
:CALCulate:KMATh:MMFactor <n>	mX+b のスケールファクタ（M）を指定： -9.99999e20〜9.99999e20
:CALCulate:KMATh:MBFactor <n>	mX+b のオフセット（B）を指定： -9.99999e20〜9.99999e20
:CALCulate:KMATh:MUNits <name>	mX+b の単位を指定（1 文字または 2 文字を一重または二重引用符で囲います）
:CALCulate:KMATh:PERcent <n>	パーセント演算の基準値を指定： -9.99999e20〜9.99999e20
:CALCulate:KMATh:PERcent:ACQuir	入力信号を基準値として使用
:CALCulate:STATe <b>	選択した演算機能のオン/オフ切換え
:CALCulate:DATA?	計算結果の問い合わせ

プログラミング例

mX+b 演算をプログラミングして計算結果を要求するコマンドシーケンスを表 15 に示します。

表 15
mX+b 測定のコマンドシーケンス例

コマンド*	コメント
:CALC:FORM MXB	mX+b 演算機能を選択
:CALC:KMAT:MMF 2	M = 2.
:CALC:KMAT:MBF 0.5	B = 0.5
:CALC:STAT ON	mX+b 演算をオンにします
:INIT	読み込みにトリガをかけて演算を行います
:CALC:DATA?	mX+b 演算の結果を要求します

* 実際に読み取り値を取得するには、:CALC:DATA? 送信後 Model 6514 をトーカとしてアドレスしなければなりません。

予告なしに仕様書を変更することがあります。
ケースレー(Keithley)のすべての登録商標および商品名は、Keithley Instruments. Inc.が所有権を有します。
他のすべての登録商標および商品名は、それぞれの会社が所有権を有します。

KEITHLEY

A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

Keithley Instruments, Inc.

Corporate Headquarters • 28775 Aurora Road • Cleveland, Ohio 44139 • 440-248-0400 • Fax: 440-248-6168 • 1-888-KEITHLEY (534-8453) • www.keithley.com

BELGIUM: Sint-Pieters-Leeuw • 02-363 00 40 • Fax: 02-363 00 64 • ww.keithley.nl
CHINA: Beijing • 100029 • 8610-82251886 • Fax: 8610-82251892 • ww.keithley.com.cn
FINLAND: Helsinki • 09-53 06 65 60 • Fax: 09-53 06 65 65 • ww.keithley.com
FRANCE: Saint-Aubin • 01-64 53 20 20 • Fax: 01-60 11 77 26 • ww.keithley.fr
GERMANY: Germering • 089-84 93 07-40 • Fax: 089-84 93 07-34 • ww.keithley.de
REAT BRITAIN: Theale • 0118 -929 75 00 • Fax: 0118- 929 75 19 • ww.keithley.co.uk
INDIA: Bangalore • 080 212 80-27 • Fax: 080 212 80 05 • ww.keithley.com
ITALY: Milano • 02-48 39 16 01 • Fax: 02-48 30 22 74 • ww.keithley.it
JAPAN: Tokyo • 81-3-5733-7555 • Fax: 81-3-5733-7556 • ww.keithley.jp
KOREA: Seoul • 82-2-574-7778 • Fax: 82-2-574-7838 • ww.keithley.com
NETHERLANDS: Gorinchem • 0183-63 53 33 • Fax: 0183-63 08 21 • ww.keithley.nl
Singapore: Singapore • 65-6747-9077 • Fax: 65-6747-2991 • ww.keithley.com
SWEDEN: Solna • 08-50 90 46 00 • Fax: 08-655 26 10 • www.keithley.com
TAIWAN: Hsinchu • 886-3-572-9077• Fax: 886-3-572-9031 • www.keithley.com.tw